

TS16949 质量管理体系过程 模块化及支撑软件开发*

唐任仲, 杨旭东, 白 翱, 吕景祥, 赵 英
(浙江大学 现代制造工程研究所, 浙江 杭州 310027)

摘要: 为开发支持 ISO/TS16949:2002 质量管理体系的信息系统, 从信息化角度分析和建立了 TS16949 质量管理体系所包含的典型过程的参考模型, 通过对过程内部及过程间的相似性分析, 得到了过程模块及其连接方式, 设计了与过程模块相对应的数据流图模板、实体联系图视图以及可复用软件模块, 讨论了软件模块的实现及组装方法, 提出了针对 TS16949 的过程模块化方法以及基于过程模块的支撑软件开发方法。应用该方法实现了 TS16949 支撑软件的快速、标准化的开发工作, 有效地支持了某汽车电机企业质量管理体系的运行实施。

关键词: TS16949; 过程模块; 记录文档; 数据流图; 实体联系图; 软件模块

中图分类号: TP39

文献标识码: A

文章编号: 1001-4551(2010)04-0001-07

Process modularization with supporting software development of TS16949 quality control system

TANG Ren-zhong, YANG Xu-dong, BAI Ao, LV Jing-xiang, ZHAO Ying
(Institute of Manufacturing Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 31027, China)

Abstract: In order to develop the information system that meets the requirements of ISO/TS16949:2002 quality control system, the reference models of typical processes in TS16949 quality control system were established and analyzed from a information-technology perspective, the process modules were established according to the similarity in and between the processes, and then the connection methods among them were discussed. A software development methodology based on process modules was proposed where the DFD modules, ERD views and reusable software modules were designed to relate to process modules, and how to assembly reusable software modules was also discussed. The process modularization approach with supporting software development was given. An information system supporting TS16949 was successfully realized in a quick and standardized way with the method, and it effectively helps to run the quality control system of an automobile motor manufacturer.

Key words: TS16949; process modularization; record; DFD; ERD; software module

0 引 言

汽车生产件和相关服务件组织需要贯彻实施 ISO/TS16949:2002 质量管理体系(以下简称 TS16949)。企业根据 TS16949 标准的要求,建立起规范的质量管理体系,企业的业务活动就必须依照质量管理体系执行,保证体系的有效运转和质量的持续改进。事实上企业在质量管理体系的推行实施过程中,通常只是把业务

过程固化在程序文件中,难以保证质量管理体系长期有效地运行^[1],而企业已有的管理信息系统并不能提供有针对性的支持。

目前对于 TS16949 的支撑软件系统虽然有一定的研究,但是多集中在某一方面或几个方面,如支持五大工具或质量管理体系文件管理的信息系统^[2-3],或是针对 QS9000 构建管理信息系统^[4],而对于如何构建全面支持 TS16949 的信息系统的研究则较少。针对质量

管理体系的分析方法,研究多从记录文档和过程两个关键点入手,并提出了一定的方法^[5-6],然而分析方法并不能充分满足快速、标准化以及客户定制化地构建信息系统的要求。

本研究通过对 TS16949 标准的分析理解,结合实际质量管理体系的程序文件中规定的过程,建立并分析了典型过程的参考模型,得到了过程模块及其连接方式,对于不同企业根据实际需求建立其质量管理体系有一定的指导意义;以过程模块为基础,以数据流图和实体联系图作为中间分析工具,建立了与过程模块对应的可复用软件模块,通过软件模块的实现和组装,可以实现快速、标准化、定制化地构建 TS16949 支撑软件系统。

1 质量管理体系过程模块化分析

1.1 质量管理体系过程

过程是一系列严格定义的基于活动的步骤,通过这些步骤将输入(任何形式)转变或转换为输出(产品、信息或服务)。TS16949 要求建立以过程为基础的质量管理体系,其中典型的过程包括质量体系文件控制过程、技术资料控制过程、记录控制过程、管理评审过程、基础设施管理过程、合同评审过程、顾客抱怨处理过程、供方管理过程、采购过程、生产计划管理过程、顾客满意度调查过程、内部审核过程、产品监视和测量过程等。过程的具体内容在程序文件中加以规定和说明,程序文件通常包括目的、范围、术语和定义、过程管理图或“乌龟图”、作业流程图、附加说明、参考文件以及(质量)记录文档等几部分内容。其中的过程管理图和作业内容是核心,前者规定了过程管理的要素,后者规定了作业的流程、权限和产生的记录文档。

1.2 过程分析及过程模块

本研究采用跨职能流程图建立了上述典型过程的参考模型,通过从信息化的角度对典型过程中的活动、活动执行角色和相关记录文档进行分析^[7-8],可以将活动归纳总结为引用(查找)、创建/修改(检验)、审核、批准;相应地将角色类型抽象为记录文档创建人员、审核人员及批准人员,而不必涉及实际业务职能部门;对于记录文档,在接下来的过程模块类型划分中,使用“记录文档”特指保持原格式不需拆分的记录文档,而需拆分为概要和细目的记录文档采用记录概要和记录细目表示,只需登记清单的记录文档也表示为“记录文档”,不单独设置类型,此外,更改申请表和评审意见表作为特殊的记录文档,单独讨论。

依照 3 类角色对活动的控制,对过程进行分析,可以发现,不同过程之间或同一过程内部,存在相同或相似的过程模块如下所述:

(1) 创建人员执行记录文档的相关创建活动,组成的过程模块存在如下几种类型:

创建类型 1: 此类记录文档的创建不需引用

创建记录文档
/修改

图 1 创建类型 1 过程模块

相关文档的内容,而是由创建人员直接将掌握的信息录入到信息系统中,从而完成创建过程。其中记录文档的格式简单,不需要拆分成概要和细目,创建人员的活动只是对记录文档的创建或修改,如《客户档案》的创建过程,此类过程模块如图 1 所示。

创建类型 2: 此类记录文档创建需要引用相关文档的内容,首先引用所选

引用相关文档 → 创建记录文档
/修改

图 2 创建类型 2 过程模块

择文档的相关信息,再由创建人员将信息录入到信息系统当中,记录文档的格式简单,不需要拆分成概要和细目,创建人员的活动只是对记录文档的创建或修改,如供方管理过程中引用《潜在供方名单》中的信息来制定《供方能力评审表》的过程,此类过程模块如图 2 所示。

创建类型 3: 此类记录文档创建需要引用相关文档的内容,首先引用所选择文档的相关信息,再由创建人员创建记录。其中记录文档需要拆分成概要和细目,审核/批准字段在概要中体现,因此创建人员的活动包括引用相关文档、创建/修改记录概要以及创建/修改记录细目 3 个活动,如供方管理过程中引用《供方供货目录》中的信息来制定《首件/首批样品检验报告》概要及细目的过程,此类过程模块如图 3 所示。

引用相关文档 → 创建/修改记录
概要 → 创建/修改记录
细目

图 3 创建类型 3 过程模块

创建类型 4: 此类记录文档创建需要引用相关文档的内容,首先引用所选择文档的相关信息,再由创建人员创建记录。其中记录文档需要拆分成概要和细目,与创建类型 3 不同的是,审核/批准意见在相应的评审意见表中体现,因此创建人员的活动包括引用相关文档、创建记录概要、创建记录细目以及查看评审意见/修改记录文档 4 个活动,如合同评审过程中引用《客户档案》中的信息来制定《销售合同》的过程,此类过程模块如图 4 所示。

引用相关文档 → 创建记录概要 → 创建记录细目
(配置要求) → 查看评审意见/
修改记录文档

图 4 创建类型 4 过程模块

创建类型 5:记录文档的更改申请表的创建过程是一类特殊的创建类型过程模块。首先要引用待更改的记录文档,由创建人员创建更改申请表,然后根据原记录文档以及更改申请表共同制定新版本记录文档(未生效),此时创建人员的活动包括引用原有记录文档、创建更改申请以及创建新版本记录文档 3 个活动,如引用《销售合同》中的信息来制定《合同更改申请表》的过程,此类过程模块如图 5 所示。

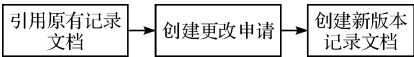


图 5 创建类型 5 过程模块

(2) 审核人员执行记录文档的审核活动,组成的过程模块存在如下两种类型:

审核类型 1:此类记录文档的审核首先需要查找待审核的记录文档,由于审核/批准字段在记录文档或记录文档的概要(如需拆分为概要和细目)中体现,因此审核人员只需在待审核的记录文档上填写审核通过/退回修改的字段。如采购部经理审核《采购订单》的过程,此类过程模块如图 6 所示。

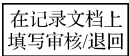


图 6 审核类型 1 过程模块

审核类型 2:此类记录文档的审核首先需要查找待审核的记录文档,由于审核/批准意见在相应的评审意见表中体现,因此多个记录文档的评审人员需要针对待审核的记录文档,在相应的评审意见表中上填写评审意见,并不执行退回活动。如各相关部门主管共同评审《销售合同》的过程,此类过程模块如图 7 所示。

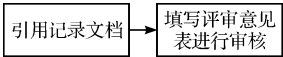


图 7 审核类型 2 过程模块

(3) 批准人员执行记录文档的批准活动,组成的过程模块存在如下两种类型:

批准类型 1:此类记录文档的批准首先需要查找已通过审核并且未通过批准的记录文档,由于审核/批准字段在记录文档或记录文档的概要(若拆分为概要和细目)中体现,因此批准人员只需在待批准的记录文档上填写批准通过/退回修改的字段。如总经理审核《月度采购计划》的过程,此类过程模块如图 8 所示。

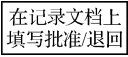


图 8 批准类型 1 过程模块

批准类型 2:此类记录文档的批准首先需要查找已通过审核并且未通过批准的记录文档,由于审核/批准意见在相应的评审意见表中体现,因此记录文档的批准人员需要针对待批准的

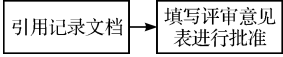


图 9 批准类型 2 过程模块

记录文档,综合考虑各相关部门的评审意见,在评审意见表中上填写批准通过/退回修改的字段。如总经理批准《销售合同》的过程,此类过程模块如图 9 所示。

1.3 过程模块的连接方式

上述分析得到的 9 类过程模块,在实际过程中以一定的连接方式组成相关记录文档的完整形成过程,不同记录文档的形成过程的组合构成了前文中的典型过程。通过对典型过程中不同记录文档的形成过程的分析,得出了上述过程模块的连接方式有如下几种:

(1) 过程中的一类记录文档,其形成过程只包含创建人员的活动,即由创建类型 1 过程模块、创建类型 2 过程模块或创建类型 3 过程模块独立构成。

(2) 过程中的一类记录文档,其形成过程包含创建人员的创建活动和审核人员的审核活动。管理评审过程中的《管理评审计划表》和《管理评审报告》需要经过管理者代表创建、经理审核两个活动;采购过程中的《采购订单》由采购人员创建,并交由采购部门主管审核;内部审核过程中的《内部审核计划》需要经过创建、审核两个活动。这些记录文档的形成过程都是由创建类型 2 过程模块或创建类型 3 过程模块,与审核类型 1 过程模块组合而成,审核不通过则返回创建过程模块,其连接方式如图 10 所示,图中 OK 表示通过,NG 表示不通过(下同)。

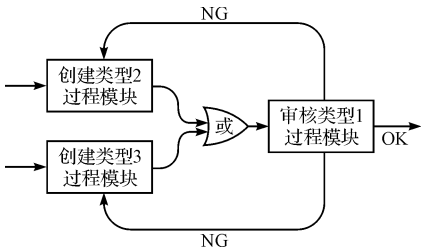


图 10 创建-审核类型连接方式

(3) 过程中的一类记录文档,其形成过程包含创建人员的创建活动、审核人员的审核活动以及批准人员的批准活动:

采购过程中的《月度采购计划》由采购人员依照月度生产计划创建,交由采购部门主管审核,审核通过则交由总经理进行批准。此类记录文档的形成过程,都是由创建类型 2 过程模块或创建类型 3 过程模块,与审核类型 1 过程模块及批准类型 1 过程模块组成,审核或批准未通过则返回创建。此类过程模块的连接方式如图 11 所示。

供方管理过程中的《首件样品检验报告》、《首批样品检验报告》都是由质量保障部门创建、由采购部门主管审核,审核通过则交由总经理进行批准;供方评

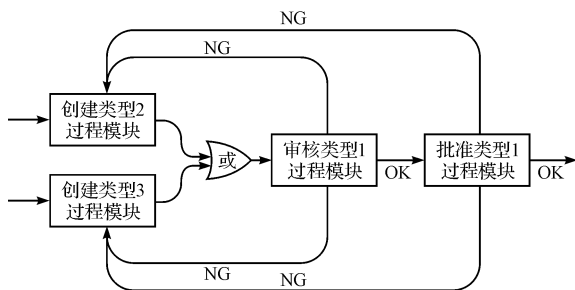


图 11 创建 - 审核 - 批准类型 1 连接方式

价过程中《供方定期评价表》由采购部门相关人员创建,交由采购部门主管审核,审核通过则交由总经理进行批准。由于上述记录文档的创建活动实际上是检验或评价活动,因此审核或批准未通过则不返回再次执行创建活动,而是执行放弃/通知相关人员等活动。此类过程模块的连接方式如图 12 所示。

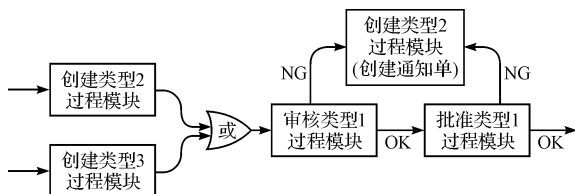


图 12 创建 - 审核 - 批准类型 2 连接方式

合同评审过程中《合同》和《合同更改申请》都需要经过销售人员创建,由多个相关部门主管评审,最后交由总经理批准 3 个活动。此类记录文档的形成过程,都是由创建类型 4 过程模块或创建类型 5 过程模块,与审核类型 2 过程模块及批准类型 2 过程模块组成,审核或批准未通过则返回创建。此类过程模块的连接方式如图 13 所示。

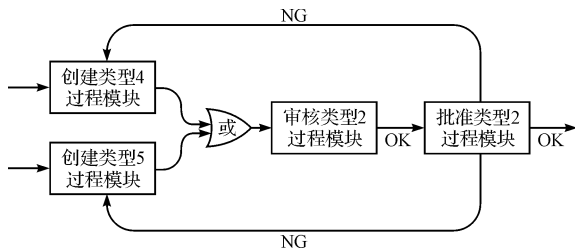


图 13 创建 - 审核 - 批准类型 3 连接方式

过程模块的连接方式的分析为软件实现中软件模块的组装提供了依据。同时对于正在构建 TS16949 质量管理体系的企业来说,过程模块及过程模块的连接方式有助于相关人员更好地识别和建立相关过程。

2 基于过程模块的软件实现方法

2.1 总体思路

在过程模块分析基础上,给出软件设计实现的总

体思路,如图 14 所示。

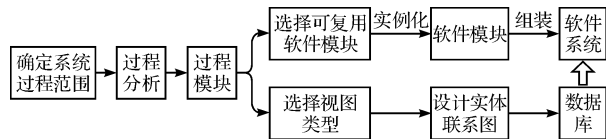


图 14 软件设计的整体思路

上图所示的方法中,首先确定信息系统所包含的过程范围,然后根据前文的过程模块分类方法,确定所包含的过程模块;选择过程模块相对应的实体联系图视图(简称视图),通过视图的组合得到实体联系图,从而得到系统数据库;选择过程模块对应的可复用软件模块,实例化得到软件模块并将其组装而得到软件系统^[9]。

该方法要求事先针对已有的过程模块,建立其对应的视图及可复用软件模块。本研究应用数据流图工具对过程模块进行功能需求分析,再依据数据流图模块建立相应的视图及可复用软件模块。而数据流图模块在软件实现过程中不再出现,而只是作为得到视图及可复用软件模块的中间分析步骤。

2.2 数据流图模块

在建立的数据流图模块中,数据存储的设置与过程模块中对记录文档的设置相同。过程中的活动对应数据流图的处理,经过格式分析并处理后的记录文档与数据流图中的数据存储对应,过程模块中的控制角色对应数据流图模块中的数据源,通过对活动间的数据交换的理解来标明处理之间的数据流。限于篇幅,以下对数据流图模块的讨论中,只给出了创建类型 4 过程模块对应的数据流图模块的图示。

创建类型 1 过程模块对应的数据流图模块中,创建人员将信息通过创建/修改写入记录文档,包含 1 个数据存储和 1 步处理。

创建类型 2 过程模块对应的数据流图中,创建人员将记录信息以及所引用记录文档中查找到的信息,通过创建/修改处理写入记录文档,包含 2 个数据存储和 1 步处理。

创建类型 3 过程模块对应的数据流图中,所创建的记录文档拆分为记录概要和记录细目,创建人员根据所引用记录文档的信息,创建记录概要,根据记录概要创建/修改记录细目,模块中包含 2 步处理和 3 个数据存储。

创建类型 4 过程模块对应的数据流图中,创建人员根据所引用记录文档的信息,创建记录概要,根据记录概要创建/修改记录细目,如果细目中有配置,则根

据记录细目创建配置,记录概要、细目及配置的修改需要引用评审意见表中的信息,整个模块中包含 4 步处理和 5 个数据存储,如图 15 所示。

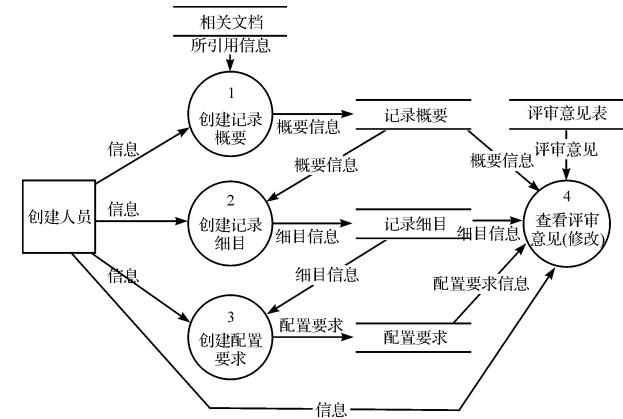


图 15 创建类型 4 数据流图模块

创建类型 5 过程模块对应的数据流图中,创建人员根据记录概要和记录细目中的信息(也可根据情况添加配置数据存储及相关处理),创建更改申请表,然后根据记录概要及更改申请表中的信息,创建新版本的记录概要,根据记录细目及更改申请表中的信息,创建新版本的记录细目,模块中包含 3 步处理和 5 个数据存储。

审核类型 1 过程模块对应的数据流图根据记录的格式不同分为两类:一类中审核人员引用记录文档并将审核人员及审核日期等内容填入该记录文档;另一类中记录文档需要拆分为概要和细目,审核人员查看记录概要和记录细目,将审核人员及审核日期等内容填入记录概要。

审核类型 2 过程模块对应的数据流图中,多个评审人员根据记录概要和记录细目,填写评审意见表,模块中包含 1 步处理和 3 个数据存储。

批准类型 1 过程模对应的数据流图根据记录的格式不同分为两类:一类中批准人员查看记录文档并将批准人员及批准日期等内容填入该记录文档;另一类中记录文档需要拆分为概要和细目,批准人员查看记录概要和记录细目,将批准人员及批准日期等内容填入记录概要。

批准类型 2 过程模块对应的数据流图中,批准人员根据记录概要和记录细目,以及已有的评审意见,在评审意见表中填写批准意见,模块中包含 1 步处理和 3 个数据存储。

2.3 实体联系图视图

实体联系图中的实体与数据流图中的数据存储相对应。实体联系图中的实体与数据流图中的数据存储

相对应。针对数据流图模块,建立相应的视图。限于篇幅,以下对视图的讨论中,只给出了创建类型 4 数据流图模块对应视图的图示。

创建类型 1 数据流图模块中包含 1 个数据存储,其对应的视图也只包含所创建记录 1 个实体,该实体通过被引用与其他实体联系。

创建类型 2 数据流图模块包含 2 个数据存储,其对应的视图包含所引用记录及所创建记录 2 个实体,所引用记录与所创建记录之间是一对多关系。

创建类型 3 数据流图模块包含 3 个数据存储,其对应的视图包含所引用记录、所创建记录概要以及所创建记录细目 3 个实体,所引用记录与所创建记录之间、记录概要与记录细目之间都是一对多关系,记录细目依赖于记录概要。

创建类型 4 数据流图模块包含 5 个数据存储,其对应的视图包含所引用记录、所创建记录概要、所创建记录细目、评审意见表以及配置表 5 个实体,所引用记录与所创建记录之间、记录概要与记录细目之间、记录细目与配置之间、记录概要与评审意见表都是一对多关系,记录细目依赖于记录概要,配置依赖于记录细目,评审意见表依赖于记录概要。如图 16 所示。

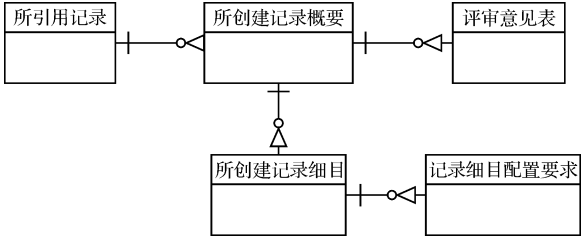


图 16 创建类型 4 视图

创建类型 5 数据流图模块包含 5 个数据存储,考虑需要增加配置的情况,其所对应的视图包含记录概要、记录细目、记录配置、记录更改申请表、记录更改申请评审表、新版本记录概要、新版本记录细目和新版本记录配置 8 个实体,记录概要与更改申请表是一对多关系,新版本记录概要依赖于记录概要和更改申请表,新版本记录细目依赖于记录细目和更改申请表,新版本记录配置依赖于记录配置和更改申请表。

审核类型 1 数据流图模块分为两类,其对应的视图分别创建类型 2 视图及创建类型 3 视图相同。

审核类型 2 数据流图模块,其对应的视图与创建类型 4 视图相同。

批准类型 1 数据流图模块分为两类,其对应的视图分别创建类型 2 视图及创建类型 3 视图相同。

批准类型 2 数据流图模块,其对应的视图与创建类型 4 视图相同。

综上所述,针对数据流图模块进行分析得到 5 种类型的视图,即最终得到与 5 种创建类型过程模块相对应的视图。

在视图建立完成后,根据不同视图对数据实体的共用关系,实现视图的集成,最后详细设计实体及实体联系的属性,从而得到实体联系图。

2.4 软件模块及组装

软件模块的建立即对可复用软件模块的实例化^[9]。因此,需要设计与过程模块相对应的可复用软件模块,而可复用软件模块实际上是通过活动相关

的软件界面进行调用组合而得到。

(1) 软件界面模板。

本研究所设计的软件界面模板包括活动界面模板和调用界面模板两类。前者是实现可复用软件模块的基础,界面中包含活动所涉及的相关记录文档以及数据操作控件;后者用以对活动界面的调用,从而实现可复用软件模块。

将上述活动界面模板的分析结果,结合界面需要的基本数据操作,如表 1 所示,为方便后文的说明,对所有类型的界面模板从 1 到 13 进行了编号。

表 1 界面模板类型

界面模板	界面类型	包含的实体	基本数据操作
引用界面	类型 1	所引用记录文档	选择
	类型 2	所创建记录	
	类型 3	所引用记录文档、记录文档(概要)	新建/保存/删除
创建界面	类型 4	所引用记录文档、记录概要、记录细目(配置)	
	类型 5	记录概要、记录细目、更改申请	新建/保存/删除
	类型 6	记录概要、记录细目、评审意见	选择/修改
	类型 7	记录文档	
审核界面	类型 8	记录概要、记录细目	通过/退回
	类型 9	记录概要、记录细目、评审意见表	新建/保存/删除
	类型 10	记录文档	
批准界面	类型 11	记录概要、记录细目	批准/退回
	类型 12	记录概要、记录细目、评审意见表	
调用界面	类型 13	无	调用

(2) 可复用软件模块设计。

可复用软件模块通过对活动界面模板的调用组合来实现,其对应关系如图 17 所示。

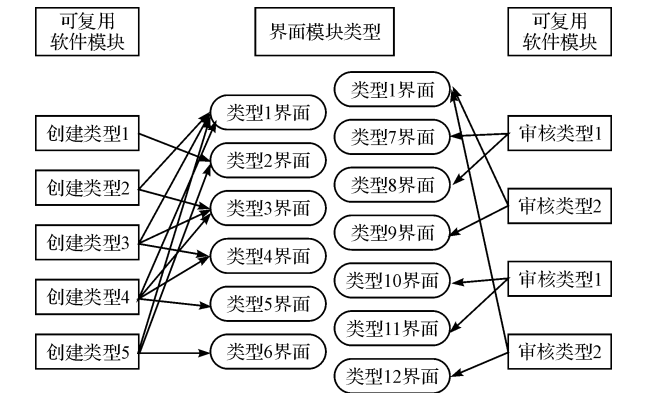


图 17 可复用软件模块与界面模板对应关系

图中,箭头表示软件模块利用调用界面对活动界面的调用。图中的审核类型 1 可复用软件模块以及批准类型 1 可复用软件模块需要做特别说明,前者由类型 7 界面或者类型 8 界面构成,后者由类型 10 界面或者类型 11 界面构成。其他类型的可复用软件模块均由箭头所指的活动界面组合而成。

(3) 软件模块及组装。

对可复用软件模块进行实例化从而得到软件模块,实例化过程实质上是对可复用软件模块所调用的活动界面模板的实例化,并调用组合的过程^[10]。

在得到软件模块后,其组装过程可以分为两步:依照前文中的过程模块的连接方式,将软件模块进行组装成为记录文档完整的形成过程;通过信息系统总体功能模块的划分,将记录文档的形成过程进行组合,实现各功能模块。

此外,依据角色控制的原则可将同一角色控制的软件模块组合在一起,如将合同的创建模块和合同更改申请的创建模块组合在一起,作为销售人员控制的软件模块。

3 应用实例

本研究提出的针对 TS16949 质量管理体系的过程模块化及支撑软件开发方法,在某汽车电机企业生产经营集成平台信息系统的实现过程中得到了应用。

该系统包含了销售管理、采购及供应商管理、生产计划与控制及库存管理 4 个总体功能模块。针对这 4 个功能模块所涉及的过程进行了分析,得到了相应的过程模块,选择相应视图并得到了实体联系图,即数据库概念模型,利用 Power Designer 软件将数据库概念模型生成物理模型并导入 SQL Server 2005 数据库。

依照软件基本界面模板、调用界面模板及可复用软件模块的设计方法,使用 Delphi7 编程语言设计了生产经营集成平台信息系统的基本界面模板和调用界面模板,并组合得到了可复用软件模块,通过对其实例化得到了所需的软件模块,最后将具体的软件模块组合配置成信息系统,实现了系统的快速和标准化设计开发。合同评审模块中的创建合同概要的运行界面如图 18 所示。



图 18 系统软件运行界面

4 结束语

本研究提出的过程模块化方法有助于企业相关人员更好更快地理解、建立和实施TS16949质量管理体系

系。所提出的软件开发方法不同于传统方法,而是充分利用各阶段的分析成果,建立了与过程模块相对应的可复用软件模块及视图,使得开发人员可以针对过程分析结果,通过选择相应软件模块及视图,快速、标准化地构建软件及相应数据库。由于本研究所建立的针对 TS16949 的过程模块具有通用性,不同企业可根据自身的 TS16949 质量管理体系,快速、方便地进行客户定制化软件开发。而对于 TS16949 标准所建议的五大工具在信息系统中的体现还有待进一步研究。

参考文献(References):

[1] 赵林. 基于 ISO9001 的质量管理信息系统研究[D]. 济南: 山东大学管理学院, 2005.

[2] 朱志刚, 张忠能, 凌君逸. APQP 质量模块的研究和设计[J]. 计算机工程, 2004, 12(30): 463 - 466.

[3] 王红云, 陈文戈, 陈凌珊, 等. 质量体系文件管理系统的开发与实现[J]. 工业工程, 2002, 5(3): 59 - 61.

[4] CHIN S, KIM K, KIM Y. A process-based quality management information system[J]. **Automation in Construction**, 2004, 13(2): 241 - 259.

[5] 于建成, 和金生, 隋静. 基于信息流转的 ISO9001:2000 质量管理信息系统架构[J]. 工业工程, 2006, 9(4): 70 - 75.

[6] 冯萍. ISO_TS16949_2002 标准在汽车行业的应用[D]. 长春: 吉林大学商学院, 2005.

[7] ZHANG G B, ZENG H F, WANG G Q, et al. Analysis of System and Process based Quality Management System and Evaluation Model[C]//Zhuhai, Macau, China: IEEE Computer Society, 2009: [s. n.].

[8] 杨旭东. 基于过程模块化的 TS16949 支撑软件系统的研究开发[D]. 杭州: 浙江大学机械工程学系, 2010.

[9] CAI Y, HUYNH S. An Evolution Model for Software Modularity Assessment[C]//Minneapolis, MN, United states: Inst. of Elec. and Elec. Eng. Computer Society, 2007: [s. n.].

[10] ARCHULETA J, TILEVICH E, FENG W. A Maintainable Software Architecture for Fast and Modular Bioinformatics Sequence Search[C]//Paris, France: IEEE Computer Society, 2007: [s. n.].

[编辑:李辉]